Zool.
607
n

Haeckel

Zool.
607 n
Haeckel

Digitized by Google

Sammlung
gemeinverständlicher
wissenschaftlicher Vorträge,

herausgegeben von

Rud. Virchow und Fr. v. Holtzendorff.

IV. Serie.

Heft 78.

Berlin SW. 1869.
Verlag von Carl Habel.
(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)
33. Wilhelm-Straße 33.

227.7

Digitized by Google

Zool.
607 n
Haeckel

Digitized by Google

Sammlung
gemeinverständlicher
wissenschaftlicher Vorträge,

herausgegeben von

Rud. Virchow und **Fr. v. Holtzendorff.**

IV. Serie.

Heft 78.

Berlin SW. 1869.

Verlag von Carl Habel.

(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)

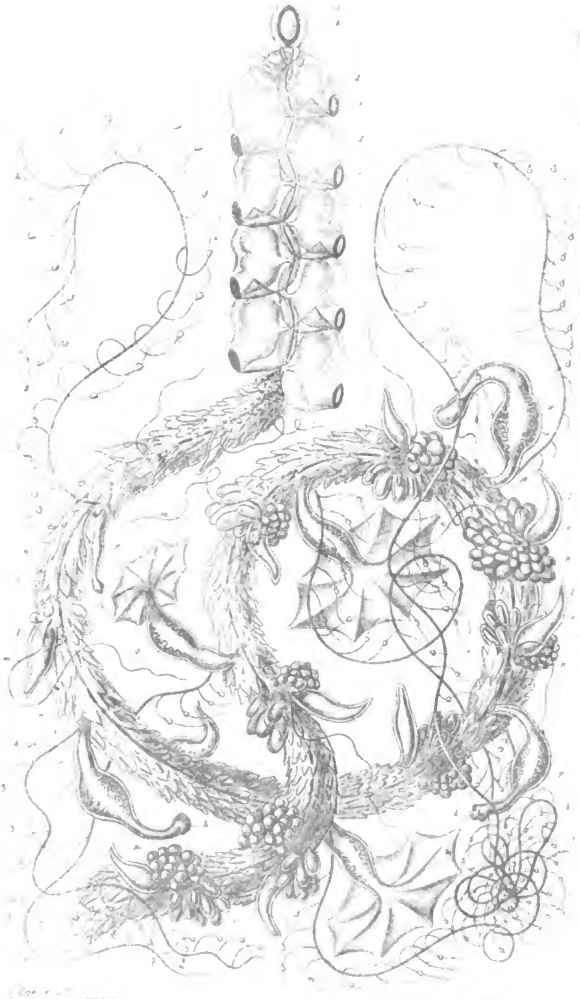
33. Wilhelm-Straße 33.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Ueber

Arbeitstheilung

in

Natur- und Menschenleben.

Vortrag, gehalten im Saale des Berliner Handwerker-Vereins
am 17. Dezember 1868

von

Dr. Ernst Haeckel,
Professor in Jena.

Mit einem Titelkupfer und 18 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Berlin, 1869.

C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.
A. Charisius.

Digitized by Google

Das Recht der Ueberſetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten

Digitized by Google

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Arbeitstheilung zum Gegenstande eines naturwissenschaftlichen Vortrages zu wählen, dürfte vielleicht Vielen seltsam, oder wohl auch insofern überflüssig erscheinen, als fast Jeder mit dem Wesen und den Wirkungen dieses wichtigen Verhältnisses schon aus der Erfahrung des alltäglichen Lebens hinreichend bekannt zu sein glauben wird. Braucht man ja nur den Blick auf irgend einen Verband von menschlichen Individuen in unseren Culturstaaten zu werfen, um überall die Arbeitstheilung, die verschiedenartige Thätigkeit der zu gemeinsamem Zweck verbundenen Individuen als einen der mächtigsten Culturhebel zu erkennen. Ist sie doch die unerläßliche Grundlage, auf welcher die Existenz und Wirksamkeit des ganzen Verbandes beruht.

In jeder Werkstätte, in jeder Fabrik, auf jedem Landgut ist die zweckmäßige Vertheilung der verschiedenen Aufgaben an die verschiedenen Arbeiter die erste Vorbedingung für eine gedeihliche Blüthe. Ja für die ganze Entwickelung des menschlichen Culturlebens ist sogar die Arbeitstheilung von solcher fundamentalen Bedeutung, daß man geradezu den Grad der letzteren als Maßstab für die Ausbildungsstufe des ersteren benutzen könnte. Den wilden Naturvölkern, die bis auf den heutigen Tag auf der tiefsten Stufe stehen geblieben sind, fehlt mit der Cultur auch die Arbeits-

Digitized by Google

theilung, oder sie beschränkt sich, wie bei den meisten Thieren, auf die verschiedenartige Beschäftigung der beiden Geschlechter. Andrerseits können wir eine Haupturſache der riesigen Fortschritte, welche das Culturleben in den letzten funfzig Jahren gemacht hat, geradezu in dem außerordentlich hohen Grade unserer modernen Arbeitstheilung, namentlich auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und ihrer praktischen Verwerthung, finden. Die moderne Wissenschaft mit ihren Mikroskopen, und Instrumenten, der moderne Verkehr mit seinen Eisenbahnen und Telegraphen, der moderne Krieg mit seinen Zündnadeln und Sprenggeschossen — sie sind alle nur möglich durch die unendlich weit gehende Arbeitstheilung unserer Zeit, sie sind nur dadurch möglich, daß jedes Instrument, jede Maschine, jede Waffe, hunderte von Menschenhänden in verschiedener Weise in Bewegung setzt. Wie viele neue Arbeitsformen und Handwerkszeuge sind dadurch in der neusten Zeit entstanden, und wie umbildend haben diese sowohl auf die Producte der modernen Arbeit, als auch auf den Charakter der Arbeiter und Handwerker eingewirkt!

Neben diesen allgemein bekannten Verhältnissen der Arbeitstheilung gibt es nun aber in der Natur sowohl als im Menschenleben eine Reihe von besonderen Formen derselben, welche nicht minder bedeutend sind und dennoch gewöhnlich ganz übersehen werden. Ja, so seltsam es auch klingen mag, die allerwichtigsten und weitreichendsten Erscheinungen der Arbeitstheilung sind selbst jetzt noch den meisten Menschen ganz unbekannt, und zum Theil erst in den letzten Jahrzehnten durch die Bemühungen der Naturforscher entdeckt worden. Dahin gehören namentlich jene Formen der Arbeitstheilung, welche die Naturforscher als Sonderung oder Differenzirung, als Specification oder Specialisation, als Polymorphismus der Individuen und als Divergenz des Charakters bezeichnen.[1]) Gerade für einige von diesen wenig

Digitized by Google

bekannten Erscheinungen, deren Kenntniß doch für das Verständniß des menschlichen Lebens von der höchsten Bedeutung ist, wünschte ich durch diesen Vortrag die wohlverdiente allgemeinere Theilnahme zu erwecken.

Am zweckmäßigsten erscheint es hierbei, von denjenigen Verhältnissen im Thierleben auszugehen, welche der bekannten Arbeitstheilung im Menschenleben am nächsten stehen. Denn hier, wie in so vielen anderen Fällen, erkennt der unbefangene Blick des Naturforschers, daß die menschlichen Lebensverhältnisse im Thierleben wiederkehren, und daß die einfacheren Formen des letzteren zu dem wahren Verständniß für die verwickelteren Formen des ersteren führen. Freilich ist leider auch jetzt noch jenes Vorurtheil weitverbreitet, welches in den Erscheinungen des menschlichen Lebens etwas ganz Besonderes, außerhalb der Natur Stehendes erblickt, und welches jeder Vergleichung mit den verwandten thierischen Erscheinungen den Blick verschließt. Indeß die mächtig fortschreitende Erkenntniß von dem einheitlichen Grunde aller Erscheinungen, mit Inbegriff der menschlichen, reißt täglich mehr jene künstlichen Schranken nieder, und läßt den unbefangen vergleichenden Beobachter klar erkennen, daß der Mensch zwar ein höchst bevorzugter und höchst entwickelter Organismus ist, aber doch nur ein Organismus, welcher Bau und Zusammensetzung, Lebensthätigkeit und Ursprung mit allen übrigen Organismen theilt. Dieselben ewigen und unabänderlichen Naturgesetze, welche im Leben der Pflanzen und Thiere walten, beherrschen auch das gesammte Menschenleben in fortschreitendem Entwicklungsgang.

„Nach ewigen, eh'rnen
„Großen Gesetzen
„Müssen wir Alle
„Unsres Dasein's
„Kreise vollenden!"

Gerade die Erscheinung der Arbeitstheilung ist vorzüglich

Digitized by Google

geeignet, diese Anschauung zu bekräftigen. Denn wie beim Menschen, so ist auch beim Thiere der höhere Grad der Vollkommenheit wesentlich von dem höheren Grade der Arbeitstheilung abhängig. Es giebt sehr viele Thierarten, bei denen sich die Arbeitstheilung der gesellig verbundenen Individuen wie bei den rohesten Naturvölkern, auf ihre einfachste sociale Form, auf die verschiedene Beschäftigung und Ausbildnng der beiden Geschlechter, die Ehe beschränkt.[2]) Es giebt aber auch manche Thierarten, bei denen die Arbeitstheilung der zu Gesellschaften verbundenen Individuen viel weiter geht, und sogar zur Organisation jener höheren socialen Verbände führt, die wir mit dem Namen der Staaten bezeichnen.[3])

Der bekannteste von diesen Thierstaaten ist der monarchische Bienenstaat. An der Spitze desselben steht eine Königin, welche im eigentlichsten Sinne des Wortes die Mutter des ganzen Volkes ist. Dieses besteht aus 15,000—20,000 Arbeitern und aus 600—800 Drohnen oder männlichen Bienen. Den fleißigen Arbeiterbienen fällt alle Last und Mühe des Stockes zu: das Sammeln des Blumenstaubes, die Bereitung von Honig und Wachs, der Bau der Waben, die Pflege der Jungen u. s. w. Die faulen Drohnen, welche den Hofstaat der Königin bilden, leben gleich dieser bloß vom Genuß und ihre einzige Aufgabe ist die Erhaltung der Art.

Die Oekonomie und die merkwürdigen socialen Verhältnisse des Bienenstaats sind so allgemein bekannt, daß wir hier mit ihrer Betrachtung keine Zeit verlieren wollen. Weniger bekannt, aber noch interessanter, sind die Thierstaaten vieler anderer Insectenarten, vor Allen der Ameisen, und der Termiten oder sogenannten „weißen Ameisen". Auch bei diesen Insecten finden wir in einem und demselben Staate wenigstens drei, nicht selten aber auch vier und selbst fünf verschiedene Formen von Indivi-

Digitized by Google

duen vor, welche durch regelmäßige Arbeitstheilung entstanden sind. Die drei stets im Ameisenstaat vorhandenen Stände sind 1) die geflügelten Männchen, 2) die geflügelten Weibchen, und 3) die flügellosen Arbeiter, von denen die letzteren an Zahl bei weitem die beiden ersteren übertreffen. Wenn vier Stände ausgebildet sind, so scheiden sich die flügellosen Arbeiter wieder in zwei Gesellschaftsklassen, in eigentliche Arbeiter und in Soldaten, beide von sehr verschiedener Körperbildung.

Wie bei den Bienen, so fällt auch bei den Ameisen und Termiten die ganze Last und Mühe des Lebens auf die unermüdlichen Arbeiter. Die drei andern Stände leben größtentheils dem Genusse. Die geflügelten Männchen und Weibchen, welche bloß die Art zu erhalten haben, amüsiren sich bei schönem Wetter durch Spazierausflüge und Tanzgesellschaften in der sonnigen Luft. Die Soldaten, welche den Staat zu vertheidigen haben, können an jenen Vergnügungen allerdings keinen Theil nehmen, da sie gleich den Arbeitern flügellos sind. Desto mehr lassen sie sich die leckere Kost schmecken, mit welcher der Ameisenstaat fortwährend im Ueberfluß durch die Arbeiter versorgt wird.

Die Nahrung der Ameisen besteht bekanntlich aus allen möglichen thierischen und pflanzlichen Stoffen. Die Lieblingsspeise aber sind süße Säfte, und unter diesen steht als auserlesenes Nationalgericht an der Spitze ein honigähnlicher Saft, welchen die Blattläuse bereiten. Diese kleinen Insecten haben auf dem Rücken zwei Röhren, aus denen jene feinste Delikatesse der Ameisen abfließt. Die letzteren saugen den süßen Blattlaushonig aus jenen Röhren ebenso, wie wir die Milch von den Kühen melken. Durch Streicheln mit den Fühlhörnern bestimmen sie die Blattläuse, ihren Honig abfließen zu lassen. Der eifrigste Landwirth kann daher nicht mehr auf die Pflege und Züchtung seiner Kühe bedacht sein, als die Ameisen auf diejenige ihres Melk-

Digitized by Google

viehes. Wenn auf dem von Blattläusen bevölkerten Strauche ein Ast welk wird, so tragen die Ameisen sorgfältig die darauf sitzenden Blattläuse auf einen frisch grünenden Ast hinüber. Nach dem Strauche hin bauen sie von ihrem Stocke aus kunstvolle bedeckte Gänge. Ja, sie versetzen selbst solche Blattläuse, die auf Wurzelstöcken hausen, sammt diesen in ihre Nester und räumen ihnen dort besondere Ställe ein, um jederzeit das kostbare Melkvieh zur Hand zu haben.

Während so ein Theil der Arbeiter im Ameisenstaate Viehzucht treibt oder den Stock mit anderen Vorräthen verproviantirt, ist ein anderer Theil mit der Erhaltung, Säuberung und Erweiterung der ungeheuren Wohnung beschäftigt, in welcher das ganze Volk des Ameisenstaates beisammen haust. Was sind unsere größten Paläste, Kasernen, Klöster und Gasthöfe gegenüber diesen Bauten, in denen viele Tausende von Individuen friedlich beisammen wohnen? Aeußerlich freilich sehen die Häuser der meisten Ameisenarten roh und unförmlich genug aus. Aber im Innern bergen sie ein Labyrinth von vielen hundert gewundenen Gängen, Korridoren und Treppen, welche Tausende von Kammern und Zimmern in bequeme Verbindung mit einander setzen. Viele von diesen sind Kinderstuben, in denen die junge Brut erzogen wird.

Die Pflege dieser jungen Brut, insbesondere der verpuppten Larven, welche unter dem falschen Namen der Ameiseneier allbekannt sind, fällt einem andern Theile der Arbeiter anheim. Diese Kindermägde, von der zärtlichsten Liebe für ihre Pfleglinge erfüllt, schleppen dieselben bei schönem sonnigen Wetter hinaus an die frische Luft; sobald es Abends kühl wird, bringen sie sie wieder in das warme Innere des Stockes zurück. Die Soldaten, obwohl größer und stärker, nehmen an allen diesen schweren Arbeiten keinen Antheil.[4])

Digitized by Google

Es giebt übrigens auch Ameisenarten, bei denen sämmtliche Arbeiter zu Soldaten geworden sind und welche demgemäß das menschliche Cultur-Ideal der neuesten Zeit, den modernen Militärstaat, bereits verwirklicht haben. Diese Soldatenstaaten sind dann gezwungen, entweder die häuslichen Arbeiten durch Sclaven besorgen zu lassen, oder nur von Raub und Plünderung zu leben. Das letztere thun z. B. die berüchtigten südamerikanischen Raubameisen aus der Gattung Eciton. Auch hier begegnen wir bei jeder Art wieder vier verschiedenen Formen, den geflügelten Männchen und Weibchen, und zweierlei flügellosen Arbeitern von sehr verschiedener Form und Größe. Die kleineren Arbeiter, welche die Hauptmasse des ganzen Eciton-Staates bilden, dienen sämmtlich als gemeine Soldaten. Die größeren Arbeiter dagegen, welche sich vorzüglich durch einen sehr großen Kopf und ungeheure Freßwerkzeuge auszeichnen, befehligen die Armee als Officiere. Gewöhnlich kommt ein Officier auf eine Compagnie von etwa dreißig Mann. Auf dem Marsche sind die Officiere zu beiden Seiten der langen Heersäule vertheilt, und klettern oft auf erhöhte Standpunkte, um von da aus den Zug der Truppen zu überwachen und zu leiten. Die Befehle und Anordnungen, sowie überhaupt alle geistigen Mittheilungen, geschehen bei diesen, wie bei den andern Ameisen, so viel wir wissen, nicht durch Tonsprache sondern durch Gebärden- und Tastsprache. Insbesondere dienen die Fühlhörner theils durch winkende Bewegungen als Telegraphen zum Zeichengeben in die Ferne, theils durch unmittelbare Berührung zur Mittheilung von Wünschen, Empfindungen und Gedanken an die Umstehenden.

Die Wanderheere dieser Raubameisen verheeren gleich den Vandalen und Hunnen zur Zeit der Völkerwanderung alle Gegenden, die sie durchziehen, und werden von den brasilischen Indianern mit Recht außerordentlich gefürchtet. Alles Lebendige,

Digitized by Google

was ihnen in den Weg kommt, wird ohne Rücksicht und Erbarmen angegriffen und getödtet. Spinnen und Insecten aller Ordnungen besonders Larven und Puppen, aber auch selbst Nestvögel und kleine Säugethiere, unterliegen ihrem Angriff. Der Mensch, der zu seinem Unglück in ein solches Nomadenheer hineingeräth, wird augenblicklich von dichten schwarzen Schaaren umringt, die mit unglaublicher Wuth und Schnelligkeit zu Tausenden an den Beinen hinauf laufen und mit ihren scharfen Kiefern sich in das Fleisch einbeißen. Die einzige Rettung ist dann, so rasch als möglich an das hintere Ende des Heerzuges zu laufen und wenigstens den Hinterleib der eingebissenen Kämpfer abzureißen; Kopf und Kiefer bleiben meistens in der Wunde stecken und verursachen oft böse Geschwüre.

So furchtbar und blutdürstig diese Nomadenhorden auf ihren Kriegszügen sind, so unterhaltend und lustig erscheinen sie im Bivouak, wenn sie gesättigt und in guter Laune an sonnigen Waldplätzen sich der Ruhe und Erholung hingeben. Zuerst putzen sie sich die Fühlhörner mit den Vorderbeinen. Die Hinterbeine lecken sie sich gegenseitig ab. Dabei treiben sie allerlei Muthwillen und Kurzweil; auch kommt es oft zu Raufereien zwischen den allzulustigen Soldaten.

Weit merkwürdiger noch als die Militärstaaten der brasilianischen Eciton, sind die Sclavenstaaten, oder die sogenannten „Amazonenstaaten", welche mehrere von unsern einheimischen Ameisenarten bilden, insbesondere die blutrothe und die blonde Ameise (Formica rufa und F. rufescens). Bei diesen Ameisen finden wir nur drei Stände, neben den geflügelten Männchen und Weibchen nur einen Stand flügelloser Arbeiter. Diese arbeiten aber nicht selbst, sondern rauben aus den Stöcken anderer (meist kleinerer, schwarzer) Ameisenarten die Puppen, welche sie groß ziehen, und welche als Sclaven alle Arbeit des fremden

Digitized by Google

Stockes verrichten müssen. Gewöhnlich wird der Sclavenraub von diesen Amazonen-Ameisen in der Weise ausgeführt, daß die gesammte Streitmacht der Schwarzen durch die Hauptmasse der Blonden zum freien Kampf auf offenem Felde hervorgelockt wird, und daß inzwischen eine kleine Schaar von den blonden Räubern in den schwarzen Staat einfällt und die Puppen aus dem von Vertheidigern entblößten Stocke wegschleppt. Die Beobachtung des erbitterten Kampfes selbst ist höchst interessant; die Verwundeten und selbst die Leichen der getödteten Kämpfer werden von ihren Freunden, wie weiland im trojanischen Kriege, aus dem blutigen Getümmel weggeschleppt und hinter der Kampflinie in Sicherheit gebracht. Das Merkwürdigste aber ist, daß die aus den geraubten Puppen aufgezogenen schwarzen Sclaven nicht allein alle Arbeit des Stockes, Baudienste, Futtersammeln, Pflege und Erziehung der Kinder ihrer Herren übernehmen, sondern später sogar sie auf ihren Raubzügen unterstützen und die geraubte Jugend ihres eigenen Stammes zu den Sclavendiensten abrichten.[5])

So finden wir hier in den Amazonenstaaten der deutschen Ameisen dasselbe Verhältniß der Sclaverei, welches in den menschlichen Staaten Nordamerikas erst durch den letzten Krieg sein Ende gefunden hat. Man pflegt gewöhnlich diese und ähnliche Einrichtungen im Thierleben, welche den Menschen durch ihre unleugbare Uebereinstimmung mit seinen eigenen Institutionen in Erstaunen versetzen, als Ausflüsse des sogenannten „Instinkts" zu bezeichnen, und glaubt dieselben dadurch erklärt zu haben. Wenige Worte haben zu so unklarer und verkehrter Auffassung eines großen Gebietes wichtiger Erscheinungen geführt, wie dieses Wort: „Instinkt"! Man denkt sich dabei meistens, daß einer jeden Thierart beim Schöpfungsakt eine gewisse Summe von Trieben und Fähigkeiten, und dazu noch eine besondere Lebensregel (gewissermaßen eine Dienstinstruction) vom Schöpfer mit

Digitized by Google

auf die Welt gegeben wurde, nach welcher dieselbe nun ausnahmslos und unabänderlich leben müsse. Nichts ist irrthümlicher und dem wahren Naturverhältniß widersprechender, als diese weitverbreitete Vorstellung. So wenig die einzelnen Thierarten als solche erschaffen worden sind, so wenig sind ihnen auch ihre besonderen Instinkte, die geistigen Eigenthümlichkeiten der Species, anerschaffen worden. Vielmehr haben sich dieselben durch Arbeitstheilung des centralen Nervensystems bei den verschiedenen Thierarten, im Zusammenhang mit ihrer gesammten Organisation, aus gemeinsamer Grundlage entwickelt.[6]) Mit Recht sagt ein ausgezeichneter Naturforscher, daß Derjenige, der eine Grenzlinie zwischen Instinkt und Verstand oder Vernunft ziehen will, sich dadurch allein schon das beste Zeugniß ausstellt, daß er niemals sorgfältig mit prüfendem und unbefangenem Blicke das Leben und Treiben der Thiere, und namentlich der Insecten beobachtet habe.

Wenn man die angeführte staatliche Organisation bei den Ameisen und Bienen, wenn man überhaupt alle die verschiedenen Verhältnisse in der Oekonomie und Lebensweise der Thiere, und vor allem ihre Arbeitstheilung, als Ausfluß von „blinden Instinkten" betrachten will, so muß man es mit gleichem Rechte als „blinden Instinkt" bezeichnen, wenn die Eskimos ihr Zelt aus Rennthierfellen, die nordamerikanischen Indianer aus Büffelhäuten, die brasilianischen Rothhäute dagegen aus Palmenzweigen und Bananenblättern bauen. Man muß es ebenso blinden Instinkt nennen, daß viele Südsee-Insulaner fast bloß von Fischen leben, daß die Chinesen fast bloß Reis, und die Gauchos in den südamerikanischen Pampas fast bloß Fleisch essen. Man muß es ebenso als blinden Instinkt bezeichnen, wenn die Völker Europa's, mit einer einzigen Ausnahme, die monarchische Staatsform beibehalten, gleich den Bienen; und wenn andererseits die Völker

Digitized by Google

Amerikas, wieder mit einer einzigen Ausnahme, die republikanische Staatsform vorziehen, gleich den Ameisen.

Das wahre Sachverhältniß ist hier, wie überall, daß die Gewohnheit und überhaupt die Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen die Lebensweise und die socialen Einrichtungen des Menschen ganz ebenso wie des Thieres bestimmt, und daß diese Lebensweise, durch lange Uebung und Gewöhnung befestigt, endlich zur anderen Natur wird. Sie wurzelt als solche in der Art um so fester, je größer die Zahl der Generationen ist, durch welche sie bereits vererbt wurde. Anpassung und Vererbung in ihrer beständigen gegenseitigen Wechselwirkung, d. h. die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein, sind die ewigen Bildungstriebe oder Gestaltungskräfte, welche alle die unendliche Mannichfaltigkeit in der thierischen Organisation und Lebensweise, und somit auch im Seelenleben der Thiere, im sogenannten Instinkt, nach mechanischen Gesetzen hervorbringen.[7])

Jeder mit den Entwickelungsgesetzen der Thiere vertraute Naturforscher ist überzeugt, daß alle jene verschiedenen Ameisen-Arten mit ihrer verschiedenartigen Arbeitstheilung von längst ausgestorbenen gemeinsamen Voreltern abstammen, die diese Arbeitstheilung nicht besaßen. Diese rohen Ur-Ameisen, welche vor vielen Jahrtausenden, vielleicht schon während der Kreidezeit, lebten, hatten von der vorgeschrittenen Arbeitstheilung der verschiedenen modernen Ameisenstaaten so wenig eine Ahnung, als unsere altdeutschen Vorfahren aus der Steinzeit von der hohen Cultur des neunzehnten Jahrhunderts. Diese wie jene haben sich langsam und allmälig auf der mühevollen Bahn fortschreitender Entwickelung emporgearbeitet. Selbst jetzt noch giebt es einzelne Ameisenarten, welche jene hoch entwickelte Arbeitstheilung der civilisirten Ameisenstaaten nicht kennen, und welche sich zu diesen

Digitized by Google

ganz ähnlich verhalten, wie die rohen Naturvölker Australiens und Afrika's zu den civilisirten Culturvölkern der Gegenwart.

Wenn wir einen Rückblick auf die geistige Entwickelungsgeschichte der Menschheit werfen, von jener altersgrauen Vorzeit an, in welcher die Vorfahren der heutigen Culturvölker noch nicht die thierische Bildungsstufe der rohesten Wilden, der Australneger, Papuas, Buschmänner u. s. w. überschritten hatten; wenn wir sehen, wie langsam und allmälig das Menschengeschlecht seinen eigentlich menschlichen Charakter im Kampf um's Dasein erobert hat, so erkennen wir deutlich, daß das Seelenleben der Menschen sich aus denselben rohen Grundlagen, wie das der Thiere entwickelt hat, und daß der sogenannte „Instikt" der Thiere sich von der „Vernunft" des Menschen nur quantitativ, nicht qualitativ, nur dem Maaße, nicht der Art nach unterscheidet. Das gilt ebenso von den Seelenbewegungen des Empfindens und Wollens, wie von denjenigen des Denkens, des Urtheilens und Schließens. Daß aber auch im Besonderen die angeführten Erscheinungen der Arbeitstheilung ebenso im Menschenleben wie im Thierleben in Folge gleichartiger Anpassungs-Bedingungen sich gleichartig entwickelt haben, das wird Jedem noch klarer werden, wenn er die jetzt noch zu erörternden Erscheinungen der Arbeitstheilung vergleichend ins Auge faßt.

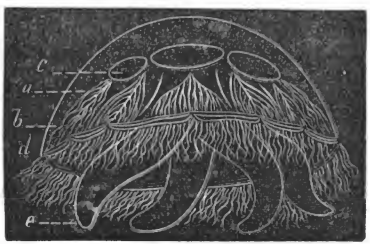
Versetzen wir uns in Gedanken aus den heißen Tropenwäldern Brasiliens, in denen die Raubameisen und die Sahuben ihr buntes Wesen treiben, an die kühlen Gestade unserer norddeutschen Küsten, wo soeben ein frischer Nordwind eine Masse von sogenannten Quallen oder Seeflaggen (Medusen in der Sprache der Zoologen) auf den sandigen Strand getrieben hat. Wer aufmerksam am Strande unserer Ostsee oder Nordsee spazieren gegangen ist, der wird sicher jene seltsamen Gallertthiere kennen, die oft zu tausenden von den Wellen ausgeworfen werden. Wenn

Digitized by Google

man sie so in Haufen daliegen sieht, wie eine schleimige formlose Gallertmasse, hat man freilich keine Ahnung von der wunderbaren Schönheit, welche die Medusen, im Meere schwimmend, entfalten können. Wenn man sie aber mit dem Wasser, in dem sie schweben, in ein großes Glasgefäß schöpft, wird man erstaunen über die Anmuth ihrer lebhaften Bewegungen, die Zartheit ihrer schimmernden Farben und die Zierlichkeit ihrer blumenähnlichen Gestalten.

Die gewöhnlichste von unseren größeren norddeutschen Medusen heißt Aurelia aurita (Fig. 1). Der gallertige, glasartig-durchsichtige Körper dieser Aurelia hat im Ganzen die Form einer flachen Glasglocke. In der Mitte ihrer unteren Fläche sitzt der Mund, von vier langen, sehr beweglichen Fangarmen umgeben (*e*). Zahlreiche feinere Fangfäden (*d*) hängen am Rande des glockenförmigen (*a*) Schirms. Der Mund führt in einen Magen, von welchem ausstrahlend zahlreiche verästelte Ernährungscanäle (*b*) zum Schirmrande verlaufen, um sich hier in einen Ringcanal zu vereinigen. Rings um den Magen liegen, im Kreuz gestellt, vier Taschen (*c*), in welchen sich die Eier der Medusen bilden.

Fig. 1.



Aurelia aurita, die gemeine Meduse der Ostsee. *a* Gallertglocke, *b* verzweigte Ernährungsgefäße an deren unterer Seite, *c* die vier Eierstöcke, *d* Fangfäden am Rande der Glocke, *e* die vier Mundarme.

Die Thierklasse, zu welcher die Aurelia und die verwandten Quallen gehören, führt den Namen der Hydromedusen. Zu derselben Klasse gehören auch die sogenannten Hydroid-Po-

Digitized by Google

lypen, welche aber äußerlich den frei ſchwimmenden Quallen höchſt unähnlich ſind, und feſtgewachſen auf dem Meeresboden oder auf Seetang aufſitzen. Ein einziges kleines Thierchen dieſer Gruppe lebt auch ſehr verbreitet in unſern Teichen und Tümpeln, der kleine Süßwaſſerpolyp oder die Hydra. Man findet dies zierliche Thierchen ſehr häufig an der Unterfläche der Waſſerlinſen oder der Seeroſenblätter angeheftet. Zuſammengezogen iſt es ein grünes oder orangerothes Klümpchen von der Größe eines Stecknadelknopfes, ausgedehnt aber ein zolllanger dünner Faden. Am einen Ende ſitzt der Körper feſt angeſaugt. Am andern Ende befindet ſich, umgeben von einem Kranze von vier bis acht feinen Fangarmen, der Mund, der hier in eine einfache Magenhöhle führt. Unſer Süßwaſſerpolyp pflanzt ſich in der einfachſten Weiſe gleichartig fort, indem er entweder durch Eier oder durch Knospenbildung immer wieder ſeines Gleichen erzeugt. Allein im Meere leben zahlreiche Hydroid-Polypen, welche von jenem kaum zu unterſcheiden ſind, und dennoch in der verſchiedenſten und merkwürdigſten Weiſe ſich fortpflanzen, nämlich in Zuſammenhang mit den vorher geſchilderten Meduſen (Fig. 2).

Fig. 2.

Der aus dem Ei der Aurelia entſtandene Hydroid-Polyp (Scyphistoma tuba) welcher durch Knospenbildung ſpäter wiederum Aurelien erzeugt. *a* feſtſitzender Stiel des Polypen, *b* becherförmiger Körper, welcher die Magenhöhle umſchließt. *c* Kranz von Fangarmen, welche den Mund umgeben.

Aus den Eiern der Meduſen nämlich entſtehen nicht wiederum Meduſen, ſondern der Hydra gleiche Polypen, und dieſe Hydroidpolypen erzeugen durch Knospenbildung nicht Polypen, ſondern wiederum Meduſen. So gleicht denn bei dieſen Hydromeduſen die Tochter nicht der Mutter, ſondern der Großmutter. Die erſte Generation iſt der

Digitized by Google

dritten und fünften, die zweite Generation der vierten und sechsten gleich. Beide Generationsformen einer jeden Art sind aber so verschieden (Fig. 1 u. 2), daß man sie früher, ehe man ihren Zusammenhang ahnte, als zwei gänzlich verschiedene Thierklassen betrachtete, als Medusen und Polypen.

Eine ähnliche abwechselnde Reihenfolge von zwei oder selbst drei gänzlich verschiedenen Generationen ist bei den niederen Thieren weit verbreitet und unter dem Namen des Generationswechsels bekannt. Man kann aber auch diesen merkwürdigen Generationswechsel wieder als das Resultat einer Arbeitstheilung auffassen, und zwar einer Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwickelungslebens.[8]) Die zwei gänzlich verschiedenen Thierformen, die Medusen, aus deren Eiern die Polypen entstehen, und die Polypen, aus deren Knospen wiederum Medusen hervorgehen, sind zwei verschiedene Formen einer und derselben Art oder Species, in ähnlicher Weise durch Arbeitstheilung aus einer gemeinsamen Stammform entstanden, wie die verschiedenen Arbeiterformen im Ameisenstaate.

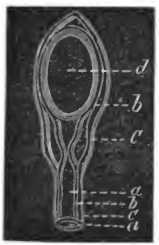
Das klarste Licht fällt auf den regelmäßigen Generationswechsel der Medusen und Polypen durch die höchst wunderbaren schwimmenden Hydromedusenstöcke, welche die Zoologen mit dem Namen der Siphonophoren bezeichnen, und welche zu den prachtvollsten Erscheinungen der südlichen Meere gehören. Im Mittelmeere, namentlich in der Meerenge von Messina, erscheinen dieselben zu gewissen Zeiten in dichten Schwärmen. Ihrem Gesammteindruck nach kann man sie mit einem schwimmenden Blumenstock voll prächtiger bunter Blüthen und Früchte vergleichen, dessen Theile alle aus durchsichtigem Krystallglase geschaffen zu sein scheinen, dabei aber Leben und Seele eines Thieres, willkürliche Bewegung, Empfindung und Selbstbewußtsein besitzen. Wir wollen die verwickelte Zusammensetzung eines dieser wunder-

Digitized by Google

baren Thierstöcke etwas näher ins Auge fassen! (Vergl. das Titelbild und dessen hinter dem Text folgende Erklärung).[9])

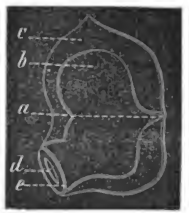
An einem sehr elastischen, oft mehrere Fuß langen Mittelstamme, der gemeinsamen Körperaxe, sitzen rings herum Hunderte und oft Tausende von Medusen und Polypen an, welche durch Arbeitstheilung eine höchst verschiedene Form und Bildung angenommen haben. Der Centralstamm selbst ist Nichts Anderes als ein sehr verlängerter einfacher Polypenleib, unten geschlossen,

Fig. 3.



Der oberste Theil des Stockes der auf dem Titelbilde dargestellten Siphonophore (Anthemodes canariensis). *a* die Höhlung des Stammes, *b* die innere Haut seiner Wand (Entoderm), *c* die äußere Haut derselben (Ectoderm), *d* die in der Spitze des Stammes eingeschlossene Luftblase (Schwimmblase).

Fig. 4.



Eine Locomotive oder ein Schwimmstück von Anthemodes. *a* die Ansatzstelle, an welcher die Locomotive mit dem Stamm zusammenhängt. *b* die innere Höhlung, aus welcher das Seewasser beim Schwimmen durch die Glockenöffnung (*d*) ausgestoßen wird. *c* Gallertmasse der Schwimmglocke. *e* Muskelring, welcher die Glockenöffnung verengt.

oben aber zu einer mit Luft gefüllten Schwimmblase ausgedehnt, welche den ganzen Thierstaat an der Meeresoberfläche schwimmend erhält (Fig. 3). Unter dieser Luftblase sitzt eine doppelte Reihe von glockenförmigen Medusen, welche durch ihre der Willkür

Digitized by Google

unterworfenen gemeinsamen Schwimmbewegungen die ganze Gesellschaft im Meere umherfahren und daher den Namen der Locomotiven führen. Jede Locomotive (Fig. 4) ist eigentlich eine einfache Meduse, aber ohne Arme, ohne Ernährungs- und Fortpflanzungs-Organe. Indem sie sich ausschließlich zum Schwimmen ausbildete, verlor sie die übrigen Fähigkeiten der Medusen. Die Fortbewegung geschieht durch den Rückstoß des Seewassers, welches beim Schwimmen in regelmäßigen Pausen aus der Glockenöffnung (Fig. 4 *d*) ausgestoßen wird.

Unterhalb der zweizeiligen Säule von Schwimmglocken folgt nun eine buntgemischte Gesellschaft von verschiedenen Thieren, die den ganzen unteren Stammtheil bedecken. Da fällt zunächst eine dichte Masse von blattförmigen oder schuppenförmigen Stücken auf, welche wie die Schuppen eines Tannzapfens um die Axe gruppirt sind, und unter deren Schutz sich bei drohender Gefahr die übrigen Individuen flüchten können. Diese sogenannten Deckblätter oder Deckstücke sind rückgebildete Medusen, welche ausschließlich das Geschäft von passiven Schutzorganen, von Schildträgern, übernommen haben (Fig. 5). Sie bestehen fast bloß aus knorpelähnlicher Gallertmasse, die von einem ernährenden Kanal durchzogen ist. Unter ihrem Schirme geborgen finden wir eine Anzahl von birnförmigen Körpern angeheftet, welche an ihrer freien Spitze eine gierig schnappende Mundöffnung und in ihrem

Fig. 5.

Ein dreispitziges blattförmiges Deckstück von Anthemodes. *a* Ansatzstelle desselben am Stamm, *b* Ernährungs-Canal, *c* erhabene Rückenkante oder Mittelrippe des Deckstücks.

Digitized by Google

Fig. 6.

Ein Freßpolyp nebst Fangfaden, von Anthemodes. *a* Ansatzstelle des Polypen am Stamm, *b* Körperwand des Polypen, *c* Magenhöhle desselben, *d* Leberdrüsen desselben, *e* Rüssel desselben, *f* Mundöffnung, in Gestalt einer achteckigen Scheibe verbreitert und angesaugt, *g* Wand des Fangfadens, *h* Höhlung desselben, *i* Nebenfangfäden, *k* glockenförmige Hülle der Nesselbatterie (*l*), *m* Endfaden der letzteren.

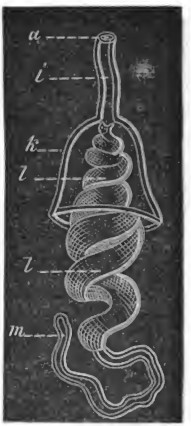
(B12)

Innern Verdauungsdrüsen oder Lebern besitzen. Mit dem achteckigen Mundsaume, der außerordentlich erweiterungsfähig ist, können sie sich fest ansaugen (Fig. 6 *f*). Sie haben als Freßpolypen die Aufgabe, die Nahrung für den ganzen Thierstaat aufzunehmen und zu verdauen. An der Basis jedes Freßpolypen ist ein sehr langer, äußerst beweglicher Fangfaden (Fig. 6 *h*) befestigt. Dieser ist mit zahlreichen feineren Fangfäden zweiten Ranges (*i*) besetzt, deren jeder eine höchst verwickelt construirte Batterie von sogenannten „Nesselorganen" trägt (*l*). Die Nesselorgane, deren jede Batterie mehrere Hundert birgt, sind

Digitized by Google

mikroskopisch feine, mit Widerhaken besetzte Giftfeile, mit einer Giftblase in Verbindung stehend. Auf der menschlichen Haut bewirken sie ein brennendes Gefühl, wie Nesseln. Mit diesen furchtbaren Todespfeilen bewaffnet angelt der lange Fangfaden beständig beuteluſtig im Wasser umher, jeden Augenblick bereit, ein unvorsichtig sich nahendes Schlachtopfer zu umschlingen und mit Tausenden von tödtlichen Giftpfeilen zu durchbohren. Bei der auf dem Titelbild dargestellten Siphonophore (Anthemodes) hat die mit Nesselorganen dicht gespickte Nesselbatterie die Form eines spiralig aufgerollten Bandes (Fig. 7 *l*), welches oben von einer kleinen Glocke (Fig. 7 *k*) halb verdeckt ist, und unten in einen feinen Endfaden (*m*) ausläuft.

Fig. 7.



Ein Nebenfangfaden (*i*) von Fig. 6, stärker vergrößert. *a* Ansatzstelle desselben am Fangfaden. *l* Nesselbatterie, in Form eines Bandes spiralig aufgerollt, *k* glockenförmiger Mantel ihres oberen Theils, *m* Endfaden der Nesselbatterie.

Zwischen diesen furchtbaren Raubthieren sitzen gewöhnlich in größerer Zahl harmlose Polypen zerstreut, welche die Intelligenz des Siphonophorenstaates repräsentiren, und als Sinnesorgane die innere und äußere Lage desselben zu prüfen und zu beurtheilen haben. Sie empfinden, wollen und denken für die übrigen Staatsbürger, bei denen diese Geistesthätigkeiten entweder schwächer oder gar nicht entwickelt sind. Diese Sinnespolypen oder Tastpolypen (Fig. 8 *b*) sind den Freßpolypen ähnlich, aber ohne Mundöffnung und statt des bewaffneten räuberischen Fang-

Digitized by Google

fadens, mit einem langen und feinen, durch sehr empfindliches Gefühl ausgezeichneten Tastfaden versehen (Fig. 8 e). Endlich finden wir nun noch zwischen allen diesen verschiedenen Formen von Individuen am Stamme vertheilt, und zwar gewöhnlich in traubenförmigen Gruppen in der Nähe eines Tastpolypen befestigt, die beiderlei Geschlechtsthiere, denen die Aufgabe der Fortpflanzung des ganzen Stockes zufällt. Männchen und Weibchen sind zwar in ihrer Form sehr verschieden, lassen sich aber doch beide, gleich den schwimmenden Locomotiven, auf die Grundform einer glockenförmigen Meduse zurückführen. Die Männchen (Fig. 9) sind gewöhnlich mehr länglich, die Weibchen (Fig. 10) mehr rundlich.

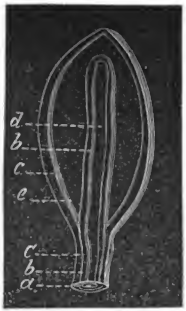
Fig. 8.

Ein Tastpolyp nebst Fühlfaden. *a* Ansatzstelle des Tastpolypen am Stamm, *b* Körperwand des Polypen, *c* innere Leibeshöhle desselben, *d* Wand des Tastfadens, *e* Höhlung desselben.

So verschieden nun auch alle diese verschiedenen Individuen des Siphonophorenstaates in Form und Leistung sich verhalten, so stehen dennoch alle mit einander in so innigem Zusammenhang, daß die älteren Beobachter den ganzen Stock als ein einzelnes Individuum, und die eigentlichen Individuen desselben, die Medusen und Polypen, als Organe auffaßten. Sämmtliche Individuen sind inwendig hohl und ihre Höhlung steht in offener Communication mit der Höhlung des centralen Stammes, des Hauptpolypen, an welchem sie befestigt sind. Die ernährende Flüssigkeit, welche die Freßpolypen zubereiten, wird von ihnen

Digitized by Google

Fig. 9.



Eine männliche Meduse von Anthemodes. *a* Anſatzſtelle derſelben am Stamm, *b* innere Haut der Körperwand (Entoderm), *c* äußere Haut derſelben (Ectoderm), *d* Ernährungscanal, *e* Sperma (befruchtende Samenmaſſe).

Fig. 10.

Eine weibliche Meduse von Anthemodes. *a*, *b*, *c*, *d* wie in Fig. 9, *e* die Dottermaſſe des einzigen kugeligen Eies, welches die Meduse erzeugt, *f* Keimbläschen (Zellenkern) des Eies.

an den Stammpolypen abgegeben, und von dieſem, wie von einer Centralſuppenanſtalt, an die übrigen Individuen des Staates vertheilt. Jeder bekommt ſo viel von dieſer ſpartaniſchen Suppe, als ſein Inneres, d. h. der Hohlraum ſeines Leibes verträgt. Außerdem äußert ſich der enge ſtaatliche Verband aller Individuen aber auch darin, daß ein gemeinſamer Wille den ganzen Stock beſeelt. Bei gewaltſamer Verletzung eines Individuums theilt ſich ſein Schmerz ſogleich den übrigen mit und veranlaßt den ganzen ſchwimmenden Thierſtaat zur Zuſammenziehung oder zur eiligen Flucht. Dabei geſchehen die willkürlichen Bewegungen der Staatsbürger in offenbarem Einverſtändniß. Unbeſchadet des ſtaatlichen Geſammtwillens beſitzt aber jeder entwickeltere Bürger bis zu gewiſſem Grade auch ſeinen eigenen Willen, und

Digitized by Google

kann sich, zufällig oder freiwillig von der Gemeinde abgelöst, eine Zeitlang selbstständig am Leben erhalten.

Die auffallend verschiedene Gestalt und Lebensthätigkeit der verschiedenen Siphonophoren-Individuen ist lediglich das Resultat einer auffallend weit gehenden Arbeitstheilung. Man kann alle jene verschiedenen Formen zunächst auf zwei Grundgestalten zurückführen, eine polypenförmige, gleich der Hydra gebaut, und eine medusenförmige, gleich der Aurelia gebaut. Aus der hydraähnlichen Polypenform sind durch Arbeitstheilung entstanden: 1) der centrale Stamm oder der Centralpolyp mit der Schwimmblase (Fig. 3); 2) die Freßpolypen nebst ihren Fangfäden (Fig. 6) und 3) die Tastpolypen nebst ihren Tastfäden (Fig. 8). Dagegen sind aus der aurelia-ähnlichen Medusenform durch Arbeitstheilung hervorgegangen: 1) die Schwimmglocken oder Locomotiven (Fig. 4); 2) die Deckschuppen oder Deckstücke (Fig. 5); 3) die männlichen Medusen (Fig. 9) und 4) die weiblichen Medusen (Fig. 10). Jene beiderlei Grundgestalten, die Meduse und der Hydroidpolyp, sind aber selbst erst wiederum durch Arbeitstheilung aus einer ursprünglichen einfachsten Urpolypenform hervorgegangen.

Daß wirklich in altersgrauer Vorzeit, vor vielen Millionen Jahren, von der ganzen Klasse der Hydromedusen nur einfache Polypen existirten, und daß sich erst später aus ihnen die einfachsten Medusenformen und noch viel später die zusammengesetzten Siphonophorenstöcke durch allmälig fortschreitende Arbeitstheilung entwickelt haben, das geht nicht allein aus der vergleichenden Anatomie, sondern noch mehr aus der individuellen Entwickelungsgeschichte der Hydromedusen mit Bestimmtheit hervor. Denn die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte jedes Organismus (d. h. die Reihe von Formen, welche derselbe vom Ei an bis zur vollendeten Gestalt durchläuft), wiederholt uns in kürzester Zeit und in großen, allgemeinen

Digitized by Google

Umriſſen ſeine Phylogenie, ſeine Stammesgeſchichte oder paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte (d. h. mit andern Worten die Reihe von Formen, welche die Vorfahren dieſes Organismus ſeit Anbeginn der organiſchen Schöpfung in Folge fortſchreitender Arbeitstheilung durchlaufen haben).[10])

Wenn wir nun, eingedenk dieſes wichtigen Zuſammenhanges zwiſchen Ontogenie und Phylogenie, zwiſchen der Entwickelungsgeſchichte des Individuums und ſeiner Ahnenreihe, einen Blick auf die individuelle Entwickelung der Siphonophoren werfen, ſo finden wir, daß aus dem befruchteten Ei des Siphonophorenſtocks weiter Nichts, als ein einfachſter Polyp entſteht. Dieſer verlängert ſich zum centralen Stamm des ganzen Stocks und erzeugt durch Knospenbildung alle übrigen Individuen, Polypen und Meduſen. Anfangs, im jugendlichen Knospenzuſtande, ſind dieſe alle völlig gleich und nicht zu unterſcheiden; erſt allmälig nimmt jedes Individuum bei weiterem Wachsthum durch Arbeitstheilung ſeine beſtimmte Form an. Allerdings iſt die Arbeitstheilung, wie ſie hier im Laufe der Ei-Entwickelung innerhalb weniger Wochen ſich ausbildet, zunächſt durch Vererbung von den Vorfahren ſchon erworben; allein dieſe vererbte Arbeitstheilung des Siphonophorenſtaats weiſt uns deutlich auf die urſprüngliche angepaßte Arbeitstheilung der frühern Hydromeduſen hin, welche durch Anpaſſung, durch Uebung und Gewohnheit, im Laufe von Jahrtauſenden geſchichtlich ſich entwickelt hat.

Die merkwürdige Arbeitstheilung der Siphonophoren, die Vereinigung der verſchieden geformten Individuen zu einem Staate, deſſen Staatsbürger nicht allein geiſtig, ſondern auch leiblich zuſammenhängen, tritt uns vielleicht zuerſt als eine außerordentliche und fremdartige Naturerſcheinung entgegen. Allein in Wirklichkeit iſt eine ähnliche Art der Arbeitstheilung ſehr weit verbreitet, und eigentlich kann uns jede beliebige

Digitized by Google

höhere Pflanze etwas Aehnliches zeigen. Denn jede verzweigte Blüthenpflanze, jeder blühende Baum, jeder Blumenstock ist im Grunde ähnlich wie der Siphonophorenstock zusammengesetzt. Das pflanzliche Individuum, welches dem einzelnen Polypen oder der einzelnen Meduse entspricht, ist der Sproß, d. h. jeder Zweig, jede selbstständige, mit Blättern besetzte Axe. So viel Zweige und Aeste, so viel selbstständige Axen mithin ein Blumenstock besitzt, aus so viel Individuen ist er eigentlich zusammengesetzt. Die einen von diesen Individuen tragen bloß grüne Blätter und besorgen die Ernährung des Stockes, gleich den Freßpolypen; die andern bilden bunte Blüthen mit Staubfäden und Samenknospen, und besorgen die Fortpflanzung, gleich den beiderlei Geschlechts-Medusen des Siphonophorenstocks. Auch hier bei der blühenden Pflanze ist der Unterschied der beiderlei Individuen, der ernährenden Blattsprossen und der fortpflanzenden Blüthensprossen, nicht ursprünglich, sondern erst durch Arbeitstheilung erworben.[11])

Hiermit ist aber keineswegs das weite Gebiet der Arbeitstheilung abgeschlossen. Die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte lehrt uns vielmehr, daß ihr Wirkungskreis noch viel größer ist. Jedes thierische und jedes pflanzliche Individuum, mag dasselbe nun isolirt leben, wie die unverzweigten Pflänzchen und die meisten Thiere, oder mag es mit seines gleichen zu Stöcken vereinigt sein, gleich den Siphonophoren und den meisten Pflanzen — jedes Individuum ist wieder aus zahlreichen gleichartigen und ungleichartigen Theilen zusammengesetzt. Diese Theile, die Werkstücke oder Organe, bedingen durch ihre weitgehende Arbeitstheilung die zusammengesetzten Funktionen des Organismus, die wir mit einem Worte sein „Leben" nennen. Das Leben ist nicht das räthselhafte Product einer mystischen Lebenskraft, sondern das mechanische Gesammt-Resultat aus den Leistungen der ver-

Digitized by Google

schiedenen, durch Arbeitstheilung gesonderten Organe. Der einheitliche Organismus des Individuums im engeren Sinne, oder der Person, entsteht ebenso durch Zusammenwirken und Arbeitstheilung der Organe, wie die höhere Einheit des Stockes oder Staates durch Zusammenwirken oder Arbeitstheilung der Personen.[1 2])

So sind bei den Pflanzen alle die verschiedenen Formen der ernährenden Blattsprosse und der fortpflanzenden Blüthensprosse durch Arbeitstheilung aus zwei einfachen Grundorganen, dem Blatt und dem Stengel (oder der Axe) entstanden, und diese beiden Urorgane sind wieder erst durch Arbeitstheilung aus einem gemeinsamen ursprünglichen Grundorgan, dem Thallus oder Laubkörper hervorgegangen. Ebenso haben sich bei den Gliederthieren, bei den Insecten, Tausendfüßen, Spinnen und Krebsen, alle die verschiedenen gegliederten Anhänge des Körpers, die Fühlhörner, Oberkiefer, Unterkiefer, Kieferfüße und die echten Beinpaare, durch Arbeitstheilung aus einer und derselben ursprünglichen Grundform des einfachen Beines, aus einem Urbeine entwickelt.

Woher stammen nun aber diese Urorgane oder Grundorgane, die durch ihre fortgeschrittene Arbeitstheilung alle die verschiedenen Organe, und durch deren Zusammenwirken den zusammengesetzten Organismus der Person bilden? Auch diese einfachsten Grundorgane sind selbst erst wieder das zusammengesetzte Product aus der staatlichen Verbindung und der Arbeitstheilung von sehr zahlreichen, kleinen, organischen Individuen. Diese elementaren Individuen, welche man meistens nur mit Hülfe des Mikroskopes unterscheiden kann, werden allgemein als Zellen bezeichnet. Die Form, Structur und Lebensthätigkeit jedes Organismus ist bedingt durch die Form, Verbindung und Arbeitstheilung aller denselben zusammensetzenden Zellen. Alle Organismen, alle Thiere und Pflanzen, mit Ausnahme der allereinfachsten, der Moneren

Digitized by Google

und derjenigen, die selbst nur den Formwerth einer einzigen Zelle haben, sind aus vielen Zellen zusammengesetzt. Die scheinbare Lebenseinheit jedes vielzelligen Organismus ist ebenso, wie die politische Einheit jedes menschlichen Staates, das zusammengesetzte Resultat aus der Verbindung und Arbeitstheilung dieser kleinen Staatsbürger. Sie sind die wahren Elementar-Organismen oder die Individuen erster Ordnung.[13])

Die organische Zelle kann durch Anpassung an die Lebensbedingungen der Außenwelt die verschiedensten Formen annehmen. Die ursprüngliche Zellenform aber, aus der alle anderen erst durch Arbeitstheilung entstanden sind, ist ein kleines Schleimklümpchen, ein Kügelchen von eiweißartiger festflüssiger Materie, dem Zellstoff oder Protoplasma. Dieses Schleimkügelchen, welches häufig, jedoch nicht immer, von einer äußeren Hülle, der Zellhaut oder Membran umgeben ist, umschließt ein kleines festeres, ebenfalls eiweißartiges Körperchen, den Zellkern oder Nucleus. Aber selbst diese beiden wesentlichsten Bestandtheile jeder Zelle, der äußere Zellstoff und der innere Zellkern, waren in den einfachsten und ursprünglichsten aller Organismen, in den Moneren und anderen Protisten, noch nicht getrennt, und sind erst aus dem ganz einfachen und gleichartigen Schleimkörper der letzteren durch Arbeitstheilung der unsichtbar kleinen Eiweißtheilchen, der Plasma-Moleküle entstanden.

Jede Zelle im Thier- und Pflanzen-Körper hat bis zu einem gewissen Grade ein eigenes selbstständiges Leben. Auf ihre Hand ernährt sie sich und wächst; auch vermehrt sie sich durch Fortpflanzung, und zwar meistens durch Selbsttheilung. Ja selbst die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, ist dem Zellstoff aller Zellen ursprünglich eigen; sie wird aber häufig dadurch beschränkt, daß sich die Zelle in ein selbstgeschaffenes Gefängniß, in eine starre Kapsel oder Zellhaut zurückzieht und einschließt. Endlich besitzt

Digitized by Google

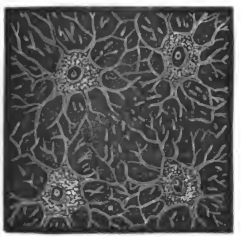
jede Zelle einen gewissen Grad von Reizbarkeit oder Empfindlichkeit, der sich bei den vollkommensten aller Zellen, denen des thierischen Gehirns, bis zum Selbstbewußtsein steigert.[14])

Die Arbeitstheilung der Zellen, oder die sogenannte „Zellenmetamorphose", welche als eine der ersten und wichtigsten Ursachen der endlosen Mannichfaltigkeit in der Organisation angesehen werden muß, ist im Thierreich weit mannichfaltiger, als im Pflanzenreich. Wenn man den Leib eines höheren Thieres, z. B. eines Hundes, mit Hülfe des Mikroskopes in seine elementaren Formbestandtheile zerlegt, so findet man in den verschiedenen Organen eine außerordentliche Menge von verschiedenen Zellen-Arten vor. Die Haare, die Oberhaut, die Klauen des Hundes sind aus vielen verschiedenen verhornten Zellenformen zusammengesetzt, die alle

Fig. 11.

Ein kleines Stückchen Oberhaut, aus plattenförmigen, eckigen Epidermiszellen zusammengesetzt. Jede Zelle schließt ihren runden Kern ein. (Stark vergrößert.)

Fig. 12.



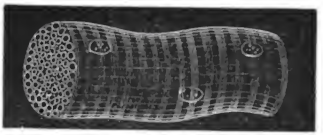
Ein kleines Stückchen Knochen, mit vier sternförmigen Knochenzellen, welche durch verästelte Ausläufer zusammenhängen und in der knochenharten Grundsubstanz eingebettet liegen. (Stark vergrößert.)

aus einer gemeinsamen Epidermis-Zellenart durch Arbeitstheilung entstanden sind (Fig. 11). Das Skelet, welches mit seinen Knochen, Knorpeln, Sehnen und Bändern das feste Gerüst des ganzen Hundekörpers bildet, besteht wieder aus verschiedenen Arten von Knochen-

Digitized by Google

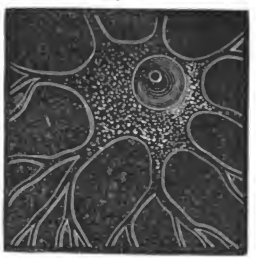
zellen, Knorpelzellen und Bindegewebszellen, die sämmtlich durch Arbeitstheilung aus einer gemeinsamen ursprünglichen Bindegewebszellenart hervorgegangen sind (Fig. 12). Das rothe Fleisch (oder die Muskeln), welches das Skelet bekleidet und die willkürlichen Bewegungen ausführt, ist aus sehr langgestreckten quergestreiften Zellen zusammengesetzt (Fig. 13). Das blaßgelbe Fleisch dagegen, welches die Wand des Magens bildet und die unwillkürlichen Bewegungen dieses Organes vermittelt, besteht aus glatten, nicht quergestreiften, spindelförmigen Zellen. Das Nervensystem endlich, jenes höchste Organsystem des Thierkörpers, welches die Empfindung, den Willen, das Denken und Bewußtsein des Thieres, kurz die sogenannte Seelenthätigkeit oder das Geistesleben vermittelt, ist aus großen sternförmigen Zellen zusammengesetzt, deren verzweigte Ausläufer mit den Nervenfasern, feinen aus Zellen entstandenen Eiweißfäden zusammenhängen (Fig. 14).

Fig. 13.



Ein kleines Stückchen von einer Fleischfaser, die cylindrische Form und die Zusammensetzung der quergestreiften Muskelzelle darstellend. Innerhalb der quergestreiften Masse sind drei Zellenkerne sichtbar. (Stark vergrößert.)

Fig. 14.

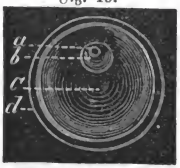


Eine große sternförmige Nervenzelle aus dem Gehirn, mit verzweigten Ausläufern, welche in Nervenfasern übergehen. Im Innern des Zellstoffs liegt ein großer heller kugeliger Kern mit einem dunkeln Kernkörperchen. (Stark vergrößert.)

Digitized by Google

So verschiedenartig nun auch alle die genannten Zellen-Arten sind, welche wir bei mikroskopischer Zerlegung des Thierkörpers mit einander verwebt finden, so sind dieselben dennoch alle nur durch Arbeitstheilung aus einer einzigen ursprünglichen Zellenform entstanden, nämlich aus denjenigen gleichartigen einfachsten Zellen, welche im Beginn der thierischen Entwickelung aus dem Ei entstehen. Jedes Thier ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei (Fig. 15). Dieses Ei ist aber selbst wieder nur

Fig. 15.



Das Ei eines Säugethieres, eine einfache kugelige Zelle, deren Zellstoff (oder Dotter, *c*) von einer Zellmembran (oder Dotterhaut, *d*) umgeben ist, und einen kugeligen Zellkern (oder Keimbläschen, *b*) nebst Kernkörperchen (oder Keimfleck, *a*) einschließt. (Hundertmal vergrößert.)

Fig. 16.

Beginnende Entwickelung des Säugethier-Eies (sogenannte „Furchung"). Das Ei, eine einfache Zelle, ist in zwei Zellen (Furchungskugeln) durch Selbsttheilung zerfallen.

eine einfache Zelle und besteht aus denselben wesentlichen Bestandtheilen, wie jede andere Zelle, aus dem schleimigen Zellstoff, (der hier „Dotter" heißt, Fig. 15 *c*), und dem davon umschlossenen Zellkern (der beim Ei „Keimbläschen" genannt wird, (Fig. 15 *b*). Oft ist die thierische Eizelle von einer besonderen Hülle, der „Dottermembran" (Fig. 15 *d*) umschlossen, oft aber auch nicht.

Sobald das Ei des Hundes oder irgend eines anderen Säugethieres sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln beginnt, so zerfällt es zunächst durch Selbsttheilung in zwei gleiche Hälften (Fig. 16), und zwar halbirt sich zuerst der Kern (das Keimbläs-

Digitized by Google

chen), und dann der den Kern umgebende Zellſtoff (der Eidotter). Jede von den beiden ſo entſtandenen Tochterzellen zerfällt nun alsbald wiederum in zwei Zellen (Fig. 17). Aus dieſen vier Zellen werden durch fortgeſetzte Selbſttheilung alsbald acht, aus acht ſechszehn, aus ſechszehn zweiunddreißig, u. ſ. w. So entſteht denn ſchließlich aus der einfachen Eizelle ein kugeliger Haufe von ſehr zahlreichen und kleinen Zellen, der wie eine Brombeere oder Maulbeere ausſieht (Fig. 18).

Fig. 17.

Aus den zwei erſten Furchungszellen des Säugethier-Eies ſind durch weitere Selbſttheilung vier Zellen (oder Furchungskugeln) geworden.

Fig. 18.

Durch vielfach wiederholte Selbſttheilung der Furchungszellen iſt aus der einfachen Eizelle ein maulbeerförmiger kugeliger Haufen von kleinen Zellen entſtanden, welche weiterhin durch Arbeitstheilung die verſchiedenen Organe des Körpers bilden.

Anfangs ſind alle dieſe zahlreichen Zellen an Form und Größe völlig gleich. Bald aber beginnen ſie an ihre ſtaatliche Organiſation zu denken. Sie benehmen ſich wie ein Haufen von Koloniſten, die einen wohl organiſirten Staat gründen wollen, und theilen ſich demgemäß in die dazu erforderliche Arbeit. Die einen Zellen übernehmen den Schutz des thieriſchen Organismus, und ſetzen die Oberhaut, die Haare, Nägel und Krallen zuſammen (Fig. 11). Die zweiten bilden das feſte Gerüſt des Körpers, indem ſie zu den Zellen des Knochens, des Knorpels und des Bindegewebes ſich geſtalten (Fig. 12). Eine dritte

Digitized by Google

Gruppe von Zellen wächst zu langen quergestreiften Fasern aus, welche das Fleisch oder die Muskeln zusammensetzen, und vermöge ihrer besonderen Zusammenziehungsfähigkeit die Bewegungen der Körpertheile vermitteln (Fig. 13). Eine vierte Gruppe von Zellen endlich, die bevorzugtesten und höchst begabtesten von allen, bilden das Nervensystem, und übernehmen somit die höchsten Functionen des Thierleibes, diejenigen des Wollens, Empfindens und Denkens (Fig. 14). So entstehen also lediglich durch fortgesetzte Vermehrung, Verbindung und Arbeitstheilung der Zellen alle die verschiedenartigen Organe, welche den entwickelten Thierleib zusammensetzen, und durch Arbeitstheilung dieser Organe wiederum die verwickelte Maschinerie des staatlichen Organismus, den wir in jedem einzelnen Thier-Individuum erkennen müssen.

Die Arbeitstheilung der Zellen und Organe, wie sie bei der Entwickelung jedes einzelnen Thieres aus dem Ei Schritt für Schritt verfolgt werden kann, ist allerdings nicht unmittelbar durch die Anpassung des Thieres an die umgebenden Existenzbedingungen der Außenwelt erworben, sondern vielmehr von den Eltern und Vorfahren des betreffenden Thieres *durch Vererbung übertragen*. Allein von dieser ererbten Arbeitstheilung der Zellen und Organe gilt dasselbe, was wir vorhin von der ererbten Arbeitstheilung der Siphonophoren sagten. Sie weist uns zurück auf die ursprüngliche, *durch unmittelbare Anpassung erworbene Arbeitstheilung* der Vorfahren, welche unter dem Drucke der äußeren Lebensbedingungen, im Kampfe um das Dasein, während vieler Millionen Jahre sich langsam entwickelt hat. Was von der Entwickelung des ganzen thierischen und pflanzlichen Organismus gilt, das gilt auch von der Entwickelung aller seiner einzelnen Organe und Zellen. Die Entwickelung jeder individuellen Zelle (die Ontogenie der Zelle) wieder-

Digitized by Google

holt in kürzester Zeit und in großen Zügen die lange Umbildungsgeschichte ihrer Vorfahren (die Phylogenie dieser Zelle). Wir können daher aus der einfachen Thatsache, daß jedes Thier sich aus einer einzigen einfachen Eizelle entwickelt, und aus der Art und Weise, wie dies durch Arbeitstheilung der Zellen und Organe geschieht, den höchst wichtigen Schluß ziehen, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller Thiere einfachste Zellen waren, und daß aus den Nachkommen dieser einfachsten einzelligen Thiere durch staatliche Verbindung und fortgesetzte Arbeitstheilung der Zellen sich die höheren vielzelligen Thierformen entwickelten.[15])

Man wird jetzt am Schlusse dieses Vortrags, welcher nur einen geringen Theil von dem unermeßlichen Gebiete der Arbeitstheilung berührt hat, wahrscheinlich finden, daß ich die beiden Hälften des versprochenen Themas sehr ungleichmäßig ausgeführt, und von der Arbeitstheilung in der Natur sehr viel, von der Arbeitstheilung im Menschenleben nur sehr wenig gesagt habe. Ich muß aber jetzt gestehen, daß ich mir eine scherzhafte Täuschung erlaubt, und wenigstens in der letzten Hälfte des Vortrages immer zugleich vom Menschen gesprochen habe, freilich ohne ihn zu nennen. Denn Alles, was ich von der Zusammensetzung des Thierkörpers, und speciell des Hundes, aus Zellen, sowie von der Arbeitstheilung der Zellen und Organe im Thierleibe gesagt habe, Alles das gilt wörtlich ebenso vom Menschenleibe. Auch unser eigner Körper ist ebenso wie der Körper jedes höheren Thieres, ein staatlicher Organismus, welcher aus vielen Millionen von kleinen Staatsbürgern, den Zellen zusammengesetzt ist. Diese Staatsbürger führen bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiges Leben. Sie bilden durch Arbeitstheilung verschiedene Stände und Arbeiterklassen: das sind die Organsysteme unsers Körpers, das Nervensystem, Muskelsystem u. s. w. Das einheitliche

Digitized by Google

Leben des menschlichen Individuums, welches äußerlich als der einfache Ausfluß einer persönlichen Seele erscheint, ist in Wahrheit das höchst verwickelt zusammengesetzte Resultat aus der gesammten Lebensthätigkeit aller jener kleinen Staatsbürger, der Zellen und der aus ihnen durch Arbeitstheilung zusammengesetzten Organe. Wenn einzelne von jenen Staatsbürgern ihre Aufgaben liederlich erfüllen oder unfähig dazu werden, so nennen wir das Krankheit, und wenn das einheitlich geregelte Zusammenwirken Aller, das zum Leben erforderlich ist, aufhört, nennen wir das Tod.

Aber auch was ich von der Entwickelungsgeschichte der Thiere erzählte, und an dem Beispiele des Hundes erläuterte, auch das gilt Alles wörtlich ebenso von der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Auch jeder Mensch ist, wie jedes Thier, im Beginn seiner individuellen Existenz eine einfache Zelle, ein Ei (Fig. 15), und wenn diese Zelle sich zu entwickeln beginnt, so haben ihre Tochterzellen und deren Nachkommen ganz dieselben Aufgaben der Arbeitstheilung zu lösen, welche ich vorher bei der Entwickelung des Hundes geschildert habe. Die in Fig. 15—18 dargestellten ersten Entwickelungsstadien des Hunde-Eies geben zugleich eine Vorstellung von den Umbildungen, mit denen das individuelle Leben eines Jeden von uns begonnen hat.

Wie beim Thiere, so giebt uns auch beim Menschen die mannichfaltige Formenkette, welche der Organismus während seiner individuellen Entwicklung aus dem Ei zu durchlaufen hat, ein ungefähres, skizzenhaftes Bild von der Formenkette, welche seine Vorfahren im Verfluß unermeßlicher Zeiträume durchlaufen haben. Sie liefert den handgreiflichen Beweis, daß unser Geschlecht sich in verwandtschaftlichem Zusammenhang mit niederen Organismen, und zwar in der engsten Verbindung mit den Wirbelthieren entwickelt hat, und daß unsere ältesten gemeinsamen Vorfahren nur

Digitized by Google

den Formwerth von einer einfachsten Zelle besaßen.[16]) Das mächtige Naturgesetz aber, nach welchem aus so einfacher Urquelle sich alle die unendlich mannichfaltigen Formen des Thierreichs und an ihrer Spitze, die übrigen bei weitem überflügelnd, die verschiedenen Menschen-Arten entwickelt haben, ist das große Gesetz der Arbeitstheilung!

Erklärung des Titelbildes.

Das Titelbild stellt einen von jenen wunderbaren schwimmenden Thierstaaten (Hydromedusen-Stöcken dar, welche unter dem Namen der Siphonophoren bekannt sind, und welche die Arbeitstheilung der den Staat zusammensetzenden Individuen in der ausgezeichnetsten Weise zeigen. Die hier abgebildete neue Siphonophoren-Form (Anthemodes canariensis) lebt in dem atlantischen Ocean in der Nähe der canarischen Inseln, woselbst ich sie im Winter 1866/67 bei der Insel Lanzerote gefangen und beobachtet habe. Unter den bekannten Siphonophoren steht sie der Gattung Stephanomia am nächsten und könnte auch Stephanomia canariensis genannt werden. Der sehr bewegliche und hier schleifenförmig zusammengebogene Stamm des zierlichen Stockes, die mittlere Axe oder der Centralpolyp (*f*) ist an seinem oberen Ende zu einer Schwimmblase (*a*) ausgedehnt, welche mittelst der in ihr enthaltenen Luftblase (*b*) den ganzen Thierstaat an der Meeresoberfläche schwimmend erhält. Unter derselben sitzt eine doppelte Reihe von Schwimmglocken (*d*), aus deren Mündung (*e*) das Wasser beim Schwimmen ausgestoßen wird. *c* sind Knospen von jungen Schwimmglocken. Der ganze übrige Stamm unterhalb der Schwimmglocken ist ringsum dicht mit dreispitzigen Deckblättern (*n*) bedeckt. Zwischen diesen zerstreut sitzen die großen Freßpolypen (*g*), welche ihren Mund (*h*) zu einer großen achteckigen Scheibe ausdehnen können. Jeder Freßpolyp besitzt einen langen, sehr beweglichen Fangfaden (*i*), der mit zahlreichen feinen Nebenfangfäden (*k*) besetzt ist. Abwechselnd mit den Freßpolypen sitzen am Stamm vertheilt die kleineren und zahlreicheren Tastpolypen (*l*), deren jeder seinen einen Fühlfaden (*m*) trägt, und an ihrer Basis sitzen traubenförmige Gruppen von den beiderlei Geschlechtsthieren an, den länglichen Männchen (*o*) und den rundlichen Weibchen (*p*). Das Uebrige über den Bau und die Bedeutung dieser schwimmenden Thier-Colonien ergiebt sich aus dem Vortrage selbst.

Digitized by Google

Anmerkungen und Citate.

*) Divergenz des Charakters nennt Darwin in dem vierten Capitel seines berühmten Buchs „über die Entstehung der Arten" diejenige Art der Arbeitstheilung, welche zwischen den an einem und demselben Orte beisammen lebenden Individuen einer und derselben Species stattfindet, und welche im Kampfe derselben um's Dasein zur Bildung von Abarten und weiterhin von neuen Species führt. Diese „Divergenz des Charakters" der Individuen beruht als morphologischer Proceß ebenso auf der physiologischen Arbeitstheilung, wie die sogenannte „Sonderung oder Differenzirung der Organe", welche das Hauptthema der vergleichenden Anatomie bildet. In beiden Fällen ist das Wesentliche des Processes die „Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage", wie ich im neunzehnten Capitel meiner „generellen Morphologie" (Berlin, Reimer 1866, II. Bd., S. 253) ausführlich gezeigt habe.

*) Die Ehe, die verschiedenartige Thätigkeit und Ausbildung der beiden Geschlechter, auf welcher das Familienleben des Menschen und der Thiere beruht, ist eine der ursprünglichsten und weitest verbreiteten Formen der socialen Arbeitstheilung. Bei den meisten Thieren hat dieselbe, wie beim Menschen, zu bedeutenden Unterschieden in der körperlichen Formbildung und geistigen Charakterbildung der beiden Geschlechter geführt. Jedoch fehlen diese Unterschiede noch bei vielen niederen Thieren, wo die beiden Geschlechter — abgesehen von der verschiedenen Form der Fortpflanzungsorgane — gar nicht zu unterscheiden sind. Andererseits ist die geschlechtliche Arbeitstheilung, welche das ursprüngliche Wesen der Ehe bildet, bei zahlreichen Thieren viel weiter, als beim Menschen gegangen, und hat zu einer so gänzlich verschiedenen Körperbildung der beiden Geschlechter geführt, daß die Zoologen, ehe sie deren Zusammenhang kannten, sehr häufig Männchen und Weibchen einer Species als zwei ganz verschiedene Species, oder selbst als Thiere zweier ganz verschiedener Klassen beschrieben haben (so namentlich bei vielen niederen schmarotzenden Crustaceen, und anderen parasitischen Thieren). Die sittliche Basis, durch welche die Ehe bei den höheren Culturmenschen in so hohem Maße veredelt worden ist, fehlt gänzlich vielen niederen Naturvölkern, den amerikanischen Indianerstämmen, vielen Negerstämmen, den Australnegern u. s. w. Bei diesen viehischen Menschen, bei denen das Weib kaum den Rang und die Behandlung eines nützlichen Hausthieres genießt, kann von einer moralischen Grundlage der Ehe keine Rede sein, viel eher bei den in strenger Monogamie lebenden Thieren, wie den Tauben, Papageyen und vielen anderen Vögeln. Außer

Digitized by Google

der geschlechtlichen Arbeitstheilung hat übrigens auch die geschlechtliche Auslese oder die von Darwin sogenannte „sexuelle Selection" bedeutend umbildend auf beide Geschlechter eingewirkt, worüber das neunzehnte Capitel meiner generellen Morphologie Näheres enthält (II. Bd., S. 244).

[3]) Ueber die Thierstaaten, namentlich diejenigen der Bienen und Ameisen, und ihre Analogien mit den Menschenstaaten, sind besonders die geistreichen „Untersuchungen über Thierstaaten" von Carl Vogt (Frankfurt 1851) zu vergleichen.

[4]) Am weitesten geht die Arbeitstheilung bei den Sahuben, den blättertragenden Ameisen in den brasilianischen Urwäldern (Oecodoma cephalotes). Hier giebt es nicht weniger als drei in Größe und Körperform gänzlich verschiedene Kasten von Arbeitern, so daß mit Einschluß der geflügelten Männchen und Weibchen nicht weniger als fünf verschiedene Ameisen-Formen in einem und demselben Staate beisammen leben. Die Hauptmasse bilden kleinköpfige Arbeiter, welche die Bäume entlauben, die Blätter derselben ausschneiden und transportiren und die künstlichen Wohnungen des Stocks damit austapeziren. Zwischen ihnen gehen größere Arbeiter mit sehr großem und glatten, glänzenden Kopfe umher, welche die Arbeit zu beaufsichtigen und zu leiten scheinen, vielleicht auch zum Schutz der kleinen Arbeiter dienen. Ueber die Bedeutung der dritten Arbeiter-Form, die sich durch dichte Behaarung des kolossalen Kopfes und ein großes mittleres Stirnauge von der zweiten Form unterscheidet, ist noch nichts Sicheres bis jetzt bekannt. Vergl. über diese Sahuben, sowie über die Raubameisen oder Ecitonen die höchst interessanten Beobachtungen von Walter Bates in dessen trefflichem Reisewerk: Der Naturforscher am Amazonenstrom. Leipzig 1865.

[5]) Die Sclavenstaaten der Amazonen-Ameisen, unstreitig die merkwürdigsten socialen Verhältnisse in dem ganzen wunderbaren Haushalt der Ameisen, sind schon im vorigen Jahrhundert von dem ausgezeichneten Genfer Entomologen Huber beobachtet worden. Später sind diese Beobachtungen, welche zuerst unglaublich schienen, von Latreille, Hanhart, Carl Vogt und mehreren anderen Zoologen bestätigt worden. Vergl. Carl Vogt's „Vorlesungen über nützliche und schädliche, verkannte und verläumdete Thiere" (Leipzig, Keil, 1864, S. 178).

[6]) Der Begriff der Schöpfung ist überhaupt unwissenschaftlich, und an seine Stelle setzt die wahre Naturerkenntniß überall den Begriff der Entwickelung. Vergl. hierüber den ersten Vortrag (S. 6) in meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwickelungslehre im Allgemeinen, und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen, über die Anwendung derselben auf den Ursprung des Menschen und andere damit zusammenhängende Grundfragen der Naturwissenschaft. (Berlin, Reimer 1868.)

[7]) Wie die Wechselwirkung zwischen dem inneren Bildungstriebe der Vererbung und dem äußeren Bildungstriebe der Anpassung im Stande

Digitized by Google

ist, als wirkende Ursache auf rein mechanischem Wege (d. h. nach physikalischen und chemischen Gesetzen) die ganze endlose Mannichfaltigkeit der thierischen und pflanzlichen Organisation zu erzeugen, habe ich im eilften Vortrage (S. 203) meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte erörtert, und ausführlicher begründet in meiner „allgemeinen Entwickelungsgeschichte" (II. Bd. der generellen Morphologie) S. 223 ff.

[9]) Die Anschauung, daß „der Generationswechsel der Thiere durch eine Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwickelungslebens bedingt ist", hat vorzüglich Rudolf Leuckart auseinandergesetzt in seiner Schrift „über den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinungen der Arbeitstheilung in der Natur" (Gießen, Ricker, 1851). So richtig diese Anschauung in vielen Fällen ist, so kann sie doch keineswegs allgemeine Gültigkeit beanspruchen. Vielmehr giebt es viele Fälle von Generationswechsel, welche offenbar als periodischer Rückschlag oder Atavismus aufzufassen und durch das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu erklären sind (Generelle Morphologie, II. Bd., S. 181, und Natürliche Schöpfungsgeschichte, S. 161).

[9]) Eine ausführliche Darstellung der schwimmenden Siphonophoren-Staaten und ihrer merkwürdigen Arbeitstheilung findet sich in der citirten Schrift (8) von Leuckart über den Polymorphismus der Individuen und in den angeführten Thierstaaten (3) von Carl Vogt (dritter Abschnitt: Blasenträger, S. 162).

[10]) Den überaus wichtigen Causalnexus zwischen Ontogenie und Phylogenie, d. h. den innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Entwickelungsgeschichte jedes organischen Individuums und derjenigen seiner gesammten Vorfahren-Reihe seit Anbeginn des organischen Lebens auf der Erde (ein Zusammenhang, welcher durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze mit Nothwendigkeit mechanisch bedingt ist), habe ich im zwölften Vortrage meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (S. 227) und im 23. Capitel meiner generellen Morphologie (II. Bd., S. 371) ausführlich erörtert.

[11]) Die Arbeitstheilung der Sprosse bei den Blüthenpflanzen hat vorzüglich Alexander Braun erläutert in seinen geistvollen „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur" (Leipzig, Engelmann 1851).

[12]) Um die unermeßliche Bedeutung klar zu erkennen, welche die Arbeitstheilung der Organe für die Entstehung des höher entwickelten, zusammengesetzten Thierkörpers, der Person, besitzt, wäre es eigentlich nothwendig, hier auf die ganze Structurlehre oder Individualitätslehre der Organismen einzugehen; da jedoch dieser ebenso interessante, als schwierige Gegenstand hier viel zu weit abführen würde, muß ich bezüglich desselben auf das dritte Buch meiner „allgemeinen Anatomie" (I. Bd. der generellen Morphologie) verweisen, in welchem ich sowohl das Verhältniß der physiologischen zur morphologischen Individualität, als auch die sechs verschiedenen

Digitized by Google

Stufen der organischen Individualität erläutert habe (1. Plastiden, 2. Organe, 3. Antimeren, 4. Metameren, 5. Personen, 6. Stöcke).

[13]) Eigentlich sind die „Individuen erster Ordnung", ganz allgemein bezeichnet, die Bildnerinnen oder Plastiden, da außer den eigentlichen (d. h. kernhaltigen) Zellen auch die (kernlosen) Cytoden hierher gehören. Vergl. über diese Plastiden-Theorie den dreizehnten Vortrag meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (S. 286) und das neunte Capitel meiner generellen Morphologie (Bd. I, S. 269).

[14]) Die Zellen, oder im weiteren Sinne die Plastiden (d. h. die Zellen und die Cytoden) sind die eigentlichen lebendigen Individuen, die elementaren Lebenseinheiten, und die Formen und Funktionen des vielzelligen Organismus sind erst das zusammensetzenden Resultat aus der Form, Verbindung und Funktion aller ihn zusammengesetzten Zellen. Diese für die mechanische d. h. für die wissenschaftliche Auffassung des Lebens höchst wichtige Zellentheorie (oder im weiteren Sinne Plastidentheorie) ist von Niemand tiefer erfaßt, und speciell mit Beziehung auf den menschlichen Organismus ausgedehnter angewendet worden als von Rudolf Virchow, dessen „Cellular-Pathologie" eine neue Epoche der wissenschaftlichen Medicin begründete. Vergl. auch dessen vorzüglichen Aufsatz „über die Einheitsbestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin" (Gesammelte Abhandlungen, Frankfurt 1856) und „Vier Reden über Leben und Krankſein", Berlin, 1862; namentlich die zweite Rede: „Atome und Individuen".

[15]) Wie die geschichtliche Entwicklung aller verschiedenen Thierformen und überhaupt aller Organismen aus gemeinsamen einfachsten Vorfahren, und zwar zuerst aus Moneren (kernlosen Cytoden), demnächst aus einfachen (kernhaltigen) Zellen, nach dem bis jetzt bekannten Erfahrungs-Materiale ungefähr gedacht werden kann, habe ich in meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte hypothetisch dargestellt, woselbst der XV. Vortrag den Stammbaum und die Geschichte des Protistenreichs, der XVI. des Pflanzenreichs, der XVII. der wirbellosen Thiere und der XVIII. der Wirbelthiere zu entwerfen versucht.

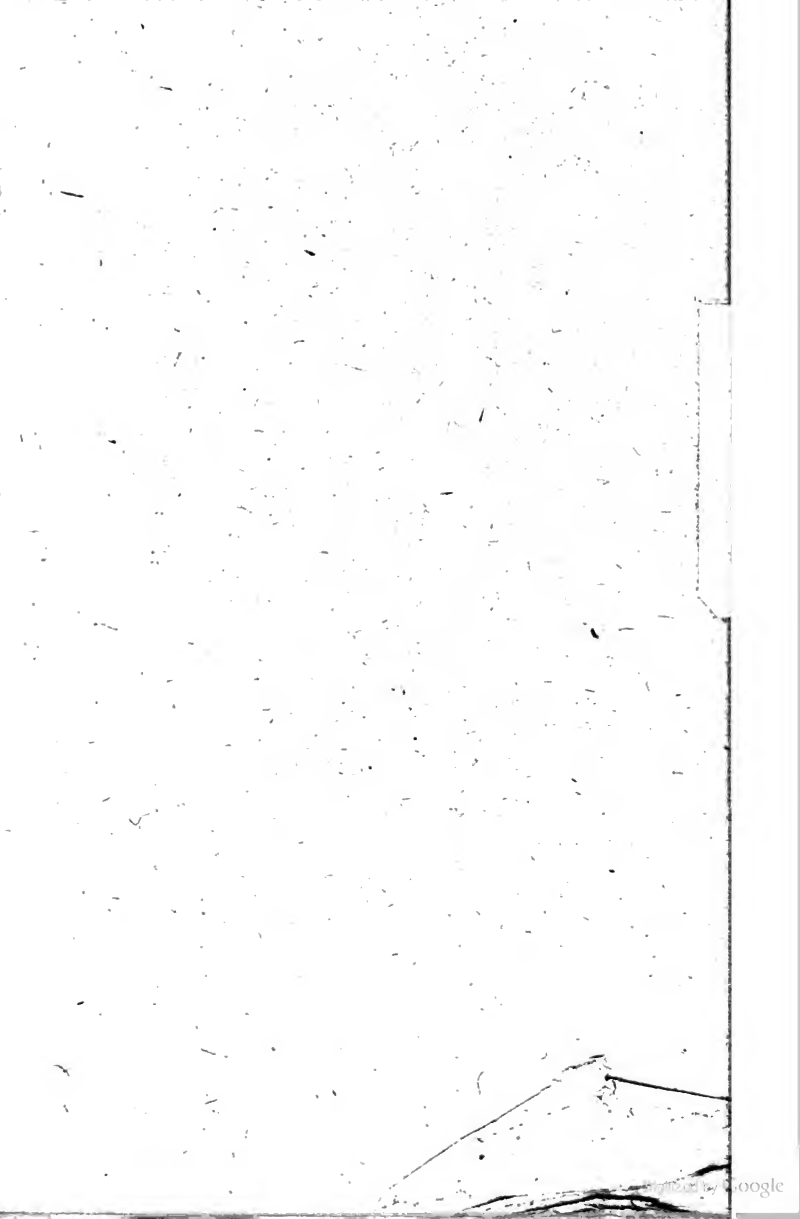
[16]) Eine hypothetische skizzenhafte Uebersicht derjenigen Thierformen, welche die Vorfahren des Menschengeschlechts demgemäß durchlaufen haben müssen, giebt außer meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte auch ein früherer Vortrag dieser Sammlung: „Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts." (III. Serie, Heft 52 u. 53.)

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) Berlin, Friedrichsstraße 24.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google